

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-143605

(43)Date of publication of application : 03.06.1997

(51)Int.Cl.

C22C 21/06
B22D 17/00
B22D 17/32
B60B 3/04
B60B 3/06
C22C 1/02

(21)Application number : 07-328245

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing : 22.11.1995

(72)Inventor : SAKOTA SHOICHI
HIDENO AKIRA
OHARA NOBUAKI

(30)Priority

Priority number : 07 63348 Priority date : 27.02.1995 Priority country : JP
07269489 22.09.1995

JP

(54) HIGH PRESSURE CAST ALUMINUM ALLOY EXCELLENT IN STRENGTH AND
TOUGHNESS AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a high pressure cast Al alloy for an automobile 2 piece or 3 piece wheel disk having improved strength and toughness compared to those of the conventional casting alloy and low in cost compared to that of a forging and to provide a method for producing the same.

SOLUTION: This aluminum alloy has a compsn. contg., by weight, 0.6 to 1.0% Si, 0.8 to 1.2% Mg, 0.1 to 0.5% Cu, 0.4 to 1.2% Zn, 0.4 to 1.2% Mn, 0.01 to 0.20% Ti and 0.002 to 0.04% B, and the balance Al with inevitable impurities. Furthermore, the method for producing the high pressure cast aluminum alloy for a wheel disk in which the molten metal of the above alloy is filled into a mold and is thereafter solidified under $\geq 500\text{kgf/cm}^2$ is provided.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention offers the aluminium alloy for wheel discs which intensity and toughness improve in bolting, two piece to weld, or 3 piece wheel compared with the conventional aluminum alloy casting combining a rim and a disk in more detail, and can reduce the performance variation inside a product remarkably about the high-pressure-casting aluminium alloy for wheel discs and its manufacture method for automobiles.

[0002]

[Description of the Prior Art] The wheels for automobiles etc. are important Safety Department articles, and high reliability is required of the quality, such as intensity and shock resistance. Recently, use of the wheel made from an aluminum containing alloy is broadly performed from a viewpoint of lightweight-izing of rolling-stock-run stability and vehicles.

[0003] The wheel made from an aluminium alloy can be divided roughly into 1 piece wheel, two piece, or 3 piece wheel on structure. 1 piece wheel carries out casting processing of the disk section used as the rim section equipped with a tire, and the attachment section to an axle by one, finishes it with machining, and its rigidity is high and it has an advantage with reducible part mark. however -- being thick to some extent in the minimum thickness of the rim section, while change of a design is not easy, or management of cast conditions becomes severe, in order to prevent the casting defect constituting the cause of air leakage at the time of tire wearing -- not carrying out -- since it does not obtain but there is a limitation in thinning naturally, there is a problem of being unable to attain sufficient lightweight-ization

[0004] On the other hand, two piece or 3 piece wheel attaches the disk manufactured independently by welding or bolting to the rim which carried out flattening of the rolled plate. Although an example of 2 piece wheel is shown in drawing 1, welding fixation of the periphery of the disk (11) attached in the inside side of the rim (10) equipped with a tire at an axle is carried out. About the rim of this kind of wheel, board thickness precision is good, the reliability about the airtightness at the time of equipping with a tire, since it was made from aluminum containing alloy ** which is rich in the ductility which does not almost have an internal defect is high, and even when it collides in a run on a foot walk etc., there should be an advantage which does not result in casualties, such as a deficit, only by causing deformation.

[0005] Thus, since 2 piece wheel can do rim ** thinly compared with a structure top 1 piece wheel, although it has the advantage to which the same disk design can also attain lightweight-ization, there is a limitation also in the thinning of rim material naturally from a viewpoint of a rim moldability. Therefore, in order to correspond to the demand of the further lightweight-izing, it is necessary to also perform lightweight-ization of a wheel disc simultaneously.

[0006] Generally a disk is classifiable into the wheel disc made from forging, and the wheel disc made from casting by the manufacture method. Usually, the wheel disc made from forging has good corrosion resistance, and is manufactured by carrying out forging of the continuous casting rod or extruded

2

material of the aluminum-Mg-Si system alloy which is excellent also in processability especially JIS6061, and 6-N 01 alloys. According to such forging, with high intensity, since geometrical flexibility passes through many processes, such as preforming, rough ****, and sizing, low from the restrictions by the forming method while it is reliable, the yield is bad and there is a fault that a manufacturing cost is also high. On the other hand, although geometrical flexibility is high and it is a low cost in order that the wheel made from casting may make and put the thick difference of the grade which exists compared with the wheel made from forging, in order to consider as what has high reliability with high intensity, it is necessary to pay careful attention to the quality of the material and the manufacture method.

[0007] As an aluminium alloy for the wheels made from a casting, a small amount of Mg is conventionally added for the good aluminum-Si system alloy of fluidity at the base from intensity, toughness, and a corrosion resistance viewpoint, and it is heat. and as the manufacturing method, it is filled up with a molten metal at a low speed from a viewpoint of internal-defect reduction of a shrinkage cavity, contamination, etc., and the circumference nature of hot water -- 0.1-0.5 Low pressure casting which performs the dead head by the low voltage about atmospheric pressure is mainly adopted. However, in casting with a slow solidification speed like low pressure casting, while a solidification structure (dendrite cell size) becomes coarse, there is a trouble that the high intensity and the high toughness which are sufficient for carrying out thinning are not acquired even if it becomes easy to crystallize big and rough impurity compounds, such as an aluminum-Fe system, and heat-treats after cast.

[0008] That this problem should be solved recently, the attempt which is going to conquer the problem on casting is made by the high pressure casting process, and it is put in practical use using the alloy for castings with some parts. While being characterized by a high pressure casting process pressurizing by high pressure until it is filled up with a molten metal at a low speed and solidification is completed and being able to carry out the remarkable prevention of the generating of an internal defect, since solidification speed is quite quick, a dendrite cell size becomes small, and intensity and it being extended [both] and improving are known.

[0009] However, since these alloys for castings have intensity and low toughness level compared with the 6000 system alloy of JIS6061 grade used as an object for forging and the stable performance is hard to be obtained, the present condition is that sufficient intensity which is sufficient for carrying out the thinning of the wheel disc further by the low cost is not obtained. moreover, a thick thick hub as shown in drawing 2 in the case of a wheel disc -- since a dendrite cell size becomes large since solidification speed becomes slow compared with the disk periphery section (it is described as the rim section (13) below), and a mechanical performance falls, the present condition of the section (12) is that uniform quality is not obtained inside [whole] a product

[0010]

[Means for Solving the Problem] The place which this invention was made in view of the above-mentioned trouble, and is made into the purpose is for intensity and toughness to improve compared with the conventional foundry alloy, have the mechanical performance of a forging EQC not related thickly, and offer the high-pressure-casting aluminium alloy and its manufacture method two low cost piece for automobiles, and for 3 piece wheel discs compared with a forging.

[0011] The AC4CH alloy widely used as an alloy for castings as a result of this invention person's etc. examining many things about the component of an aluminium alloy used for high pressure casting, in order to attain the aforementioned purpose has a limitation in a mechanical performance, although the quality of an internal at the time of high pressure casting is excellent, and the knowledge of the performance more than the present forging not being obtained was carried out. Moreover, the knowledge of being joined to a rim in many cases by welding, and a certain amount of weldability being required for a wheel disc, and there being was carried out.

[0012] Then, the result which performed further various examination that improvement in the mechanical performance by heat treatment can be expected, and the alloy for **** with good weldability should be applied to high pressure casting, Si: 0.6-1.0 Weight %, Mg: 0.8-1.2 Weight %, Cu : 0.1-0.5 Weight %, Zn: 0.4-1.2 Weight %, Mn: 0.4-1.2 Weight %, Ti:0.01-0.20 % of the weight, B:

By carrying out high pressure casting of the aluminium alloy which consists of the remainder aluminum and an unescapable impurity including 0.002 - 0.04 % of the weight Since high intensity equivalent to the alloy for forging and high toughness are acquired and the solidification structure inside a product becomes detailed uniformly [it is not related and] thickly, Though it is a low cost cast wheel disc, it has the product performance of a forging EQC, and the knowledge of being satisfactory is carried out also to weldability, and it came to make this invention based on this result.

[0013] The reason for limitation of an alloy content is described below first. this invention alloy is characterized by having the component which consists of the remainder aluminum and an unescapable impurity including Si weight %, Zn: 0.4 - 1.2 weight %, Mn: 0.4 - 1.2 weight %, Ti:0.01-0.20 % of the weight, and B:0.002-0.04 % of the weight. : 0.6-1.0 Weight %, Mg: 0.8-1.2 Weight %, Cu : 0.1-0.5

[0014] Here, it coexists with Mg and Mg₂ Si is deposited at the time of heat treatment after cast, it adds in order to obtain intensity required as a wheel disc, and Si is Si. 0.6 % of the weight or more and Mg Although it is necessary to add 0.8% of the weight or more, Si 1.0 % of the weight is exceeded and Mg Since corrosion resistance and toughness will deteriorate if % of the weight is exceeded 1.2%, it is not desirable.

[0015] Although Cu is effective in the improvement in on the strength after heat treatment with Si and Mg, an addition Intensity sufficient at less than 0.1 % of the weight is not obtained, but it is one side. If 0.5 % of the weight is exceeded, since weldability and corrosion resistance deteriorate, it is not desirable.

[0016] although there is an effect which makes a solidification cell structure uniform not related thickly, and prevents the degradation of a heavy-gage part while Zn dissolves in a matrix and improves the intensity of the matrix itself -- an addition at less than 0.4 % of the weight, the effect which makes into the above-mentioned homogeneity is not fully acquired -- since corrosion resistance will deteriorate while becoming easy to produce a solidification crack or weld cracking if 1.2 % of the weight is exceeded, it is not desirable

[0017] A part of Mn has the effect which improves toughness, as a result of combining with the needlelike aluminum-Fe system compound contained as an impurity, becoming the rod-like compound of a aluminum-Fe-Mn system and easing the notch effect, while dissolving to a matrix and improving the intensity of a matrix. An addition here If lower than 0.4 % of the weight, the above-mentioned effect will not be acquired, but it is conversely. Since big and rough inclusion will be produced and a mechanical performance will deteriorate if it is made to contain exceeding 1.2 % of the weight, it is not desirable. in addition, the more desirable content range of Mn 0.6 % of the weight is exceeded -- it is 1.2 or less % of the weight

[0018] While Ti and B turn a cast structure minutely and prevent the casting crack in a cast surface, an effect is in macro segregation prevention of the last solidification section. An addition reaches 0.01% of the weight here, respectively. Since the above-mentioned effect will not be acquired if lower than 0.002 % of the weight, but big and rough inclusion will be produced if it is made to contain exceeding 0.20 % of the weight and 0.04 % of the weight, respectively conversely, and a mechanical performance deteriorates, it is not desirable.

[0019] It is more desirable to make less than into liquidus-line temperature +100 ** molten-metal temperature in the gate section in order to be stabilized and to obtain thickly the uniform solidification cell structure which is not related, just before being filled up to metal mold, although the aluminium alloy concerning this invention was manufactured by high pressure casting. If molten-metal temperature exceeds liquidus-line temperature +100 ** here, since the amount of dissolved hydrogen in about [that the effect which makes the above-mentioned organization uniform is hard to be acquired], and a molten metal will become high, it becomes easy to produce micro porosity in the metal texture after solidification. Moreover, since it becomes easy to produce a blowhole and the reliability of the product itself falls in case a disk is welded to a rim, it is not desirable. If a molten metal is filled up with the temperature which is less than the liquidus line, since it will be hard to spread the casting pressure since the rate of solid phase becomes high, after being filled up with a molten metal in a mold and will become easy to produce a local shrinkage cavity on the other hand, it is not desirable.

[0020] Although especially the dissolved capacity that does not produce the gas porosity at the time of casting or the blowhole at the time of welding here is not specified, inert gas is blown into a molten metal using commercial rotation degassing apparatus, and it is the amount of dissolved hydrogen gas.

By carrying out to below 0.2 cc / 100 g, satisfactory, it can cast or can weld especially. *2/100g/cc or lower*

[0021] Moreover, although not limited especially about the method of being stabilized and storing the molten-metal temperature in the gate section just before being filled up to metal mold in a temperature requirement with a liquidus-line temperature of less than +100 degrees C, when carrying out teeming of the molten metal to a injection sleeve by the usual RADORU hot-water supply, a RADORU inside is coated with heat insulators, such as a ceramic, and meanses, such as preventing a molten-metal temperature fall, can be considered. However, by this method, in case teeming is carried out into a injection sleeve from RADORU, an oxide film is involved in, and it is not avoided with a bird clapper that a mechanical performance is unstable as the result. Therefore, it is hard to produce a turbulent flow in molten metals, such as an electromagnetic pump or a metal pump, as the transfer method of the molten metal from a holding furnace to a injection sleeve, and the method that teeming speed is early is desirable. Moreover, in order to prevent a molten-metal temperature fall within a injection sleeve until it fills up metal mold as much as possible, it is desirable to use the injection sleeve which lined the adiathermancy high ceramic inside compared with usual steel.

[0022] next, metal mold -- the time of making the molten metal with which it was filled up inside solidify 500 kgf/cm² It is necessary to make it solidify under the above high pressure. A casting pressure *500 kgf/cm²* In the following, since a shrinkage cavity and a casting crack are occurred frequently and a *if below 500 kgf/cm²* mechanical performance, especially an elongation value fall remarkably, it is not desirable.

[0023] Moreover, although this invention alloy heat-treats according to the military requirement of a final product, especially heat treatment conditions are not limited. That is, improvement of intensity, elongation, and the toughness in remarkable can be carried out by giving the solution treatment and the temper conditions which were specified to JIS according to alloy composition of this invention aluminium alloy.

[0024]

[Example] Based on an example, detailed explanation is given to below.

[0025] (Example 1) The casting equipment shown in drawing 1 was first used for casting. This casting equipment slides on the inside of the injection sleeve (4a) to which teeming of the molten metal of the product section (wheel disc) (2) formed in metal mold (1), a molten-metal supply path (3), and a constant rate is carried out, and a injection sleeve, and consists of a plunger chip (5) which is filled up with a molten metal in a cavity and pressurizes it. In order to prevent a molten-metal temperature fall to the inside of a injection sleeve here, ceramic lining (4b) is given. Along with the product section (2), the water-cooled pipe (6) was made into the structure where water cooling is performed with through and injection restoration, at the fixed interval at metal mold (1). In addition, among drawing, (8) is the degassing section and (9) is the gate section.

[0026] The aluminium alloy of the composition shown in Table 1 here is dissolved by the usual method, and it is molten-metal temperature. Pressurization casting is performed by the cast pressure shown in Table 2 after Ar gas bubbling for about 20 minutes performs degasifying processing at 700 degrees C, and it is a path. 350mm and wheel DIKUSU with a thickness of 4-60mm were produced. After the molten-metal temperature in front of cast carried out teeming of the molten metal into the injection sleeve, it was measured with the thermocouple (7) installed in the product section (2) here.

[0027] The cross section of these disk castings was ground and internal defects, such as a shrinkage cavity and a casting crack, were observed with the stereoscopic microscope. Moreover, after heat-treating on these disks (water cooling is carried out after the solution treatment of 8 hours by 530 **, and it is artificial-aging processing of 8 hours at 150 **), the test piece for tensile test and the piece of a Charpy test were extracted from the thickest thin rim section, and the Charpy impact value used as tensile strength, proof stress, an elongation value, and the index value of toughness was measured. Furthermore, these disks were welded to the rim made from 5454 alloys by MIG welding (filler metal 5356), and the crack of a weld zone and the existence of a blowhole were judged. These results are

5

collectively shown in Table 2.

[0028]

[Table 1]

種 別	合 金 組 成 (重量%)										備 考
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	B	Al	
本発明合金	1	0.70	0.10	0.25	0.40	1.00	0.40	0.05	0.010	残	
	2	0.90	0.06	0.40	0.80	1.00	0.80	0.03	0.006	残	
	3	0.90	0.06	0.40	1.10	1.00	1.10	0.03	0.006	残	
比較合金	4	0.40	0.10	0.55	0.40	0.60	0.00	0.03	0.006	残	
	5	0.70	0.10	0.30	0.01	1.00	0.00	0.02	0.004	残	JIS6061合金相当
	6	0.90	0.06	0.40	0.25	1.00	0.25	0.03	0.006	残	
	7	0.70	0.10	0.30	0.40	1.00	2.00	0.00	0.000	残	
	8	0.70	0.10	0.25	1.50	1.00	0.40	0.05	0.010	残	
	9	0.90	0.06	0.40	0.80	1.00	0.80	0.03	—	残	
	10	7.50	0.06	0.00	0.00	0.35	0.00	0.10	—	残	JISAC4CH合金相当

[0029]

[Table 2]

6

種 別	No.	合金 No.	鋳造圧力 (kgf/cm ²)	内 部 品 質		熱処理後の機械的性能				溶 接 性	
				引け 巣 有無	鋳造 割れ 有無	引 張 強 さ (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸び値 (%)	シャルピー 衝 撃 値 (J/cm ²)	溶 接 割れの 有 無	フロー ホールの 有無
本発明例	1	1	750	無	無	340	295	14	28	無 し	無 し
	2	2	1200	無	無	365	320	13	30	無 し	無 し
	3	3	650	無	無	370	335	12	25	無 し	無 し
比 較 例	4	1	350	多	多	引張試験不可		—	—	溶接不可	
	5	4	750	無	無	280	255	10	15	無 し	無 し
	6	5		無	無	329	280	14	22	無 し	無 し
	7	6		無	無	330	282	14	21	無 し	無 し
	8	7		無	有り	引張試験不可		—	—	有 り	無 し
	9	8		無	無	305	278	6	9	無 し	無 し
	10	9		無	有り	引張試験不可		—	—	有 り	無 し
	11	10		無	無	310	250	14	10	無 し	無 し
従来例 (低 圧 品)	12	10	0.5	無	無	300	180	13	13	無 し	無 し

[0030] The internal defect was not observed, but the wheel disc which cast this invention alloy on predetermined casting conditions so that clearly from Table 2 was sharply excellent in intensity and toughness compared with the low-pressure-casting article and high-pressure-casting article of an AC4CH alloy which are put in practical use from the former, and has checked that weldability was also the present material EQC. On the other hand, when there is no alloy composition within the limits of this invention, sufficient intensity and toughness are not acquired and it is easy to produce weld cracking. Moreover, alloy composition occurs internal defects, such as a shrinkage cavity and a casting crack, frequently in a product, when this invention within the limits also has casting temperature or a low casting pressure, and it turns out that there is an inclination for a mechanical performance to deteriorate.

[0031] (Example 2) example No. of this invention 1 indicated to Table 2, and example No. of comparison -- the thickest thin rim section about the wheel disc obtained by 6, 7, and conventional example No. 12, and a thick thick hub -- the Charpy impact value used as tensile strength with the section, proof stress, an elongation value, and the index value of toughness was measured, respectively. The result is shown in Table 3.

[0032]

[Table 3]

種 別	No	合金 No	鋳造圧力 (kgf/cm ²)	リム部の機械的性能 (表2より)				ハブ部の機械的性能			
				引 張 力 (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸び値 (%)	シャルピー 衝 撃 値 (J/cm ²)	引 張 力 (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸び値 (%)	シャルピー 衝 撃 値 (J/cm ²)
本発明例	1	1	750	340	295	14	28	335	290	13	25
比較例	6	5		329	280	14	22	305	250	6	12
	7	6		330	282	14	21	315	260	10	18
従来例 (低 鋳 品)	11	10	0.5	300	180	13	13	270	170	8	10

[0033] The low-pressure-casting article of the AC4CH alloy put in practical use from the former so that clearly from Table 3, As opposed to intensity, elongation, and toughness tending to fall, as for the section and the case of the high-pressure-casting article of the conventional alloy for 6000 system exhibition growth -- thin meat -- the rim section with an early cooling rate -- comparing -- a thick thick hub -- Since the wheel disc which cast this invention alloy on predetermined casting conditions has few differences of the intensity depended thickly and toughness, it turns out that uniform quality is obtained over the whole product.

[0034]

[Effect of the Invention] thus , since performance variation of the material inside a product can be make remarkably small while intensity and toughness of the charge [of an alloy] by this invention may improve compared with the conventional aluminum alloy casting , while being able to use it it be detailed and suitable for the wheel disc for 2 piece wheel and 3 piece wheels and being able to attain thinning , that the manufacturing cost of a material can be lower etc. be the wheel for vehicles as which the reliability of the whole product be require , and also the thing which do a remarkable

[Translation done.]

8

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

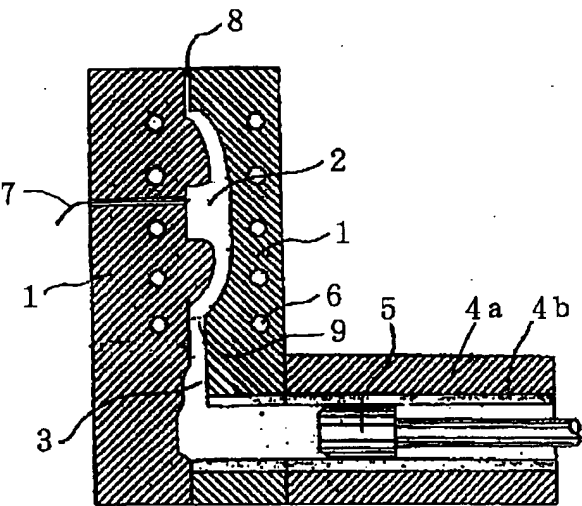
[Claim(s)]

[Claim 1] High-pressure-casting aluminium alloy for wheel discs which consists of the remainder aluminum and an unescapable impurity including Si: 0.4 - 1.2 weight %, Ti: 0.01-0.20 % of the weight, and B: 0.002-0.04 % of the weight.: 0.6-1.0 Weight %, Mg: 0.8-1.2 Weight % and Cu: 0.1-0.5 Weight %, Zn: 0.4-1.2 Weight %, Mn:


[Claim 2] Si: 0.6-1.0 Weight %, Mg: 0.8-1.2 Weight %, Cu: 0.1-0.5 Weight %, Zn: 0.4-1.2 Weight %, Mn: 0.4-1.2 Weight %, Ti: 0.01-0.20 % of the weight, B: 500 kgf/cm² after being filled up with the aluminium alloy molten metal which consists of the remainder aluminum and an unescapable impurity in a mold including 0.002 - 0.04 % of the weight The manufacture method of the high-pressure-casting aluminium alloy for wheel discs characterized by making it solidify under the above pressure.

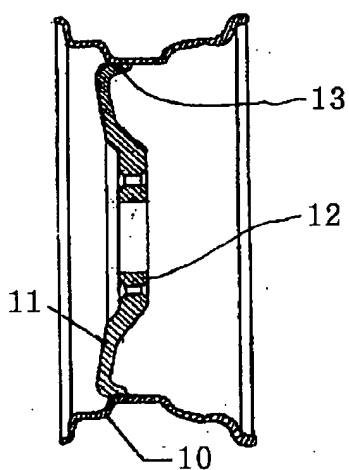
[Translation done.]

Drawing selection drawing 1



[Translation done.]

Drawing selection drawing 2 



[Translation done.]

CLIPPEDIMAGE= JP409143605A

PAT-NO: JP409143605A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09143605 A

TITLE: HIGH PRESSURE CAST ALUMINUM ALLOY EXCELLENT IN
STRENGTH AND TOUGHNESS
AND ITS PRODUCTION

PUBN-DATE: June 3, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SAKOTA, SHOICHI

HIDENO, AKIRA

OHARA, NOBUAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07328245

APPL-DATE: November 22, 1995

INT-CL (IPC): C22C021/06;B22D017/00 ;B22D017/32 ;B60B003/04
;B60B003/06
;C22C001/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a high pressure cast Al alloy for an automobile 2 piece or 3 piece wheel disk having improved strength and toughness compared to those of the conventional casting alloy and low in cost compared to that of a forging and to provide a method for producing the same.

SOLUTION: This aluminum alloy has a compsn. contg., by weight, 0.6 to 1.0% Si, 0.8 to 1.2% Mg, 0.1 to 0.5% Cu, 0.4 to 1.2% Zn, 0.4 to 1.2% Mn, 0.01 to 0.20%

Ti and 0.002 to 0.04% B, and the balance Al with inevitable impurities.

Furthermore, the method for producing the high pressure cast aluminum alloy for a wheel disk in which the molten metal of the above alloy is filled into a mold and is thereafter solidified under $\geq 500 \text{ kgf/cm}^2$ is provided.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-143605

(43) 公開日 平成9年(1997)6月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 21/06			C 2 2 C 21/06	
B 2 2 D 17/00			B 2 2 D 17/00	B
	17/32		17/32	B
B 6 0 B 3/04			B 6 0 B 3/04	B
	3/06		3/06	
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-328245

(22) 出願日 平成7年(1995)11月22日

(31) 優先権主張番号 特願平7-63348

(32) 優先日 平7(1995)2月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平7-269489

(32) 優先日 平7(1995)9月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 迫田 正一

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 秀野 晃

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 大原 伸昭

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 箕浦 清

(54) 【発明の名称】 強度、韌性に優れた高圧鋳造アルミニウム合金およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来の鋳物合金に比べて強度、韌性を向上させ、鍛造材に比べて低コストな自動車用2ピース又は3ピースホイールディスク用高圧鋳造Al合金とその製造方法を開発する。

【解決手段】 Si: 0.6~1.0重量%、Mg: 0.8~1.2重量%、Cu: 0.1~0.5重量%、Zn: 0.4~1.2重量%、Mn: 0.4~1.2重量%、Ti: 0.01~0.20重量%、B: 0.002~0.04重量%を含み、残部Alおよび不可避的不純物からなるホイールディスク用高圧鋳造アルミニウム合金、及び該合金の溶湯を型内に充填した後、500kgf/cm²以上の圧力下で凝固させることを特徴とするホイールディスク用高圧鋳造アルミニウム合金の製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si: 0.6~1.0 重量%、Mg: 0.8~1.2 重量%、Cu: 0.1~0.5 重量%、Zn: 0.4~1.2 重量%、Mn: 0.4~1.2 重量%、Ti: 0.01~0.20 重量%、B: 0.002~0.04重量%を含み、残部Alおよび不可避の不純物からなるホイールディスク用高圧鋳造アルミニウム合金。

【請求項2】 Si: 0.6~1.0 重量%、Mg: 0.8~1.2 重量%、Cu: 0.1~0.5 重量%、Zn: 0.4~1.2 重量%、Mn: 0.4~1.2 重量%、Ti: 0.01~0.20 重量%、B: 0.002~0.04重量%を含み、残部Alおよび不可避の不純物からなるアルミニウム合金溶湯を型内に充填した後、500kgf/cm²以上の圧力下で凝固させることを特徴とするホイールディスク用高圧鋳造アルミニウム合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車用のホイールディスク用高圧鋳造アルミニウム合金とその製造方法に関し、更に詳しくはリムとディスクを組み合わせてボルト締めあるいは溶接する2ピースあるいは3ピースホイールにおいて、従来のアルミニウム合金鋳物に比べ、強度、靱性共に向上し、かつ製品内部の性能バラツキを著しく低減しうるホイールディスク用のアルミニウム合金を提供するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】自動車用等のホイールは重要保安部品であり、強度、耐衝撃性等、その品質には高い信頼性が要求される。最近、車両の走行安定性、車両の軽量化の観点から、アルミ合金製ホイールの使用が広範囲に行われている。

【0003】アルミニウム合金製ホイールは構造上、1ピースホイールと2ピースあるいは3ピースホイールに大別できる。1ピースホイールはタイヤが装着されるリム部と車軸への取り付け部となるディスク部を一体で鋳造加工し、それを機械加工により仕上げたものであり、剛性が高く、部品点数が削減できる等の利点がある。しかしながら意匠の変更が容易でない、あるいはタイヤ装着時のエア漏れの原因となる鋳造欠陥を防ぐために、鋳込条件の管理が厳しくなると共に、リム部の最小肉厚をある程度厚めとせざるを得ず、自ずから薄肉化には限界があるため、十分な軽量化が図れない等の問題がある。

【0004】これに対し、2ピースあるいは3ピースホイールは圧延板を展伸加工したリムに別に製造したディスクを溶接あるいはボルト締めで組み付けたものである。図1に2ピースホイールの一例を示すが、タイヤを装着するリム(10)の内面側に、車軸に取付けられるディスク(11)の外周を溶接固定したものである。この種のホイールのリムに関しては、板厚精度が良く、内部欠

陥がほとんどない延性に富むアルミ合金条を素材として、タイヤを装着した際の気密性についての信頼性は高く、且つ、万一、走行内に歩道等に衝突した場合でも、変形を起こすのみで欠損等の大事故には至らない利点がある。

【0005】このように2ピースホイールは、構造上1ピースホイールに比べリム厚が薄くできるため、同じディスク意匠でも軽量化が図れる利点があるが、リム成形性の観点からリム材の薄肉化にも自ずから限界がある。従って更なる軽量化の要求に対応するためには、ホイールディスクの軽量化も同時に行う必要がある。

【0006】一般にディスクは製造方法により鍛造製ホイールディスクと鋳造製ホイールディスクに区分できる。鍛造製ホイールディスクは、通常耐食性が良好で加工性にも優れるAl-Mg-Si系合金、特にJIS6061、6N01合金の連続鋳造棒あるいは押出材を鍛造加工することにより製造している。このような鍛造加工によれば高強度で信頼性が高い反面、成形方法による制約から形状的な自由度が低くかつ、予備成形、粗打ち、仕上げ打ち等の多くの工程を経るため、歩留りが悪く、製造コストも高いという欠点がある。一方、鋳造製ホイールは鍛造製ホイールと比べ有る程度の肉厚差を作り込めるため、形状的な自由度が高く、かつ低コストであるが、高強度で信頼性の高いものとするためには、その材質、製造方法に細心の注意を払う必要がある。

【0007】従来、鋳物製ホイール用のアルミニウム合金としては強度、靱性、および耐食性の観点から、鋳造性の良いAl-Si系合金をベースに少量のMgを添加して、熱処理効果を与え、機械的性質を改良したAl-Si-Mg系のJIS規格AC4CH合金が広く用いられている。そしてその製造法としては、引け巣、巻き込み等の内部欠陥低減および湯廻り性の観点から、溶湯を低速で充填し、0.1~0.5気圧程度の低圧で押湯を行う低圧鋳造が主に採用されている。しかし低圧鋳造のような凝固速度の遅い鋳造法においては、凝固組織(デンドライトセルサイズ)が粗くなると共に、Al-Fe系等の粗大な不純物化合物が晶出し易くなり、鋳込後に熱処理を施しても、薄肉化するに足る高強度、高靱性が得られないという問題点がある。

【0008】最近この問題を解決すべく高圧鋳造法によって鋳造上の問題を克服しようとする試みがなされており、一部の部品で鋳物用合金を用いて実用化されている。高圧鋳造法は、溶湯を低速で充填し、凝固が完了するまで高圧で加圧することを特徴としており、内部欠陥の発生をかなり防止できると共に、凝固速度がかなり速いためデンドライトセルサイズが小さくなり、強度、伸び共に向上することが知られている。

【0009】しかし、これらの鋳物用合金は鍛造用として用いられるJIS6061等の6000系合金に比べ強度、靱性レベルが低く、安定した性能が得られにくい

ことから、ホイールディスクを低コストで更に薄肉化するに足る十分な強度が得られていないのが現状である。またホイールディスクの場合、図2に示すような肉厚の厚いハブ部(12)はディスク外周部(以下リム部(13)と記す)に比べ凝固速度が遅くなるため、デンドライトセルサイズが大きくなり、機械的性能が低下するため製品内部全体で均一な品質が得られていないのが現状である。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の問題点を鑑みなされたもので、その目的とするところは、従来の鋳物合金に比べ強度、靱性共に向上し、かつ肉厚に関係なく、鍛造材同等の機械的性能を有し、かつ鍛造材に比べ低コストな自動車用2ピースおよび3ピースホイールディスク用の高圧鋳造アルミニウム合金およびその製造方法を提供することにある。

【0011】前記の目的を達成するため、本発明者等は高圧鋳造に用いるアルミニウム合金の成分について種々検討した結果、鋳物用合金として広く用いられているAC4CH合金は、高圧鋳造時の内部品質は優れているものの、機械的性能に限界があり、現行の鍛造品以上の性能は得られないことを知見した。またホイールディスクはリムと溶接にて接合される場合が多く、ある程度の溶接性が必要であることを知見した。

【0012】そこで熱処理による機械的性能の向上が見込め、かつ溶接性の良好な展伸用合金を高圧鋳造に適用すべく更に種々の検討を行った結果、Si: 0.6~1.0重量%、Mg: 0.8~1.2重量%、Cu: 0.1~0.5重量%、Zn: 0.4~1.2重量%、Mn: 0.4~1.2重量%、Ti: 0.01~0.20重量%、B: 0.002~0.04重量%を含み、残部Alおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金を高圧鋳造することにより、鍛造用合金と同等の高強度、高靱性が得られ、かつ製品内部の凝固組織が肉厚に関係なく均一微細となるため、低コストな鋳物ホイールディスクでありながら鍛造品同等の製品性能を有し、かつ溶接性にも問題ないことを知見しこの結果に基づき、本発明をなすにいたった。

【0013】まず合金成分の限定理由について以下記述する。本発明合金はSi: 0.6~1.0重量%、Mg: 0.8~1.2重量%、Cu: 0.1~0.5重量%、Zn: 0.4~1.2重量%、Mn: 0.4~1.2重量%、Ti: 0.01~0.20重量%、B: 0.002~0.04重量%を含み、残部Alおよび不可避的不純物からなる成分を有することを特徴とする。

【0014】ここで、SiはMgと共に共存して鋳込後の熱処理時にMgとSiを析出させ、ホイールディスクとして必要な強度を得るために添加するものであり、Siは0.6重量%以上、Mgは0.8重量%以上添加する必要があるが、Siが1.0重量%を越え、Mgが1.2重量%を越えると耐食性および靱性が劣化するため好ましくな

い。

【0015】CuはSi、Mgと共に熱処理後の強度向上に有効であるが、添加量が0.1重量%未満では十分な強度が得られず、一方0.5重量%を越えると、溶接性、耐食性が劣化するため好ましくない。

【0016】Znはマトリックス中に固溶し、マトリックス自体の強度を向上すると共に、肉厚に関係なく凝固セル組織を均一にし、厚肉部の性能低下を防ぐ効果があるが、添加量が0.4重量%未満では上記の均一にする効果が十分に得られず、1.2重量%を越えると、凝固割れあるいは溶接割れを生じやすくなると共に耐食性が劣化するため、好ましくない。

【0017】Mnは一部マトリックスに固溶しマトリックスの強度を向上すると共に、不純物として含有する針状のAl-Fe系化合物と結合してAl-Fe-Mn系のロッド状化合物になり、切欠き効果を緩和する結果、靱性を向上する効果がある。ここで添加量が0.4重量%より低いと上記の効果が得られず、逆に1.2重量%を越えて含有させると粗大な介在物を生じ、機械的性能が劣化するため好ましくない。なおMnのより好ましい含有範囲は0.6重量%を越え、1.2重量%以下である。

【0018】TiおよびBは鋳造組織を微細化し、鋳物表面での鋳造割れを防止すると共に、最終凝固部のマクロ偏析防止に効果がある。ここで添加量がそれぞれ、0.01重量%および0.002重量%より低いと上記の効果が得られず、逆にそれぞれ0.20重量%および0.04重量%を越えて含有させると粗大な介在物を生じて、機械的性能が劣化するため好ましくない。

【0019】本発明に係るアルミニウム合金は高圧鋳造により製造するが、肉厚に関係なく均一な凝固セル組織を安定して得るために金型へ充填する直前の湯口部での溶湯温度を液相線温度+100℃以内とした方が好ましい。ここで溶湯温度が液相線温度+100℃を越えると、上記の組織を均一にする効果が得られにくいため、溶湯中の溶存水素量が高くなるために、凝固後の金属組織にミクロボロシティを生じやすくなる。また、ディスクをリムに溶接する際にブローホールを生じやすくなり、製品自体の信頼性が低下するため好ましくない。一方、液相線を下回る温度で溶湯を充填すると、固相率が高くなるため、型内に溶湯を充填した後の鋳造圧力が伝播しにくく、局所的な引け巣を生じやすくなるため、好ましくない。

【0020】ここで鋳造時のガスボロシティあるいは溶接時のブローホールを生じない溶存ガス量については特に規定しないが、市販の回転脱ガス装置を用いて溶湯中に不活性ガスを吹き込み、溶存水素ガス量を0.2cc/100g以下とすることにより特に問題なく、鋳込みあるいは溶接を行うことができる。

【0021】また、金型へ充填する直前の湯口部での溶湯温度を安定して液相線温度+100℃以内の温度範囲に

収める方法については特に限定しないが、通常のラドル給湯にて射出スリーブに溶湯を注湯する場合はラドル内面にセラミック等の断熱材をコーティングし、溶湯温度低下を防ぐ等の手段が考えられる。しかしこの方法ではラドルから射出スリーブ内へ注湯する際に酸化膜を巻き込み、その結果として機械的性能が不安定となることは避けられない。従って保持炉から射出スリーブへの溶湯の移送方法としては電磁ポンプあるいはメタルポンプ等の、溶湯に乱流を生じにくく、注湯速度の早い方法が望ましい。また金型に充填するまでの射出スリーブ内での溶湯温度低下を極力防止するために、通常の鋼製に比べ、断熱性の高いセラミックを内面にライニングした射出スリーブを用いることが望ましい。

【0022】次に金型内に充填した溶湯を凝固させる際に500kgf/cm²以上の高圧下で凝固させる必要がある。鋳造圧力が500kgf/cm²未満では引け巣、鋳造割れを多発し、機械的性能、特に伸び値が著しく低下するため好ましくない。

【0023】また本発明合金は最終製品の要求性能に応じて熱処理を施すが、熱処理条件は特に限定されるものではない。すなわち本発明アルミニウム合金の合金組成に応じてJIS規格に規定された溶体化処理、テンパー条件を施すことにより、強度、伸び、靱性をかなり向上させることができる。

【0024】

【実施例】以下に実施例に基づき詳細な説明を行う。

【0025】(実施例1)まず鋳造には図1に示す鋳造装置を用いた。この鋳造装置は金型(1)に形成された製品部(ホイールディスク)(2)と溶湯補給経路

* (3) および一定量の溶湯が注湯される射出スリーブ(4a)および射出スリーブ内を摺動し、溶湯をキャビティ内に充填、加圧するプランジャチップ(5)とからなる。ここで射出スリーブの内面には溶湯温度低下を防ぐためセラミックライニング(4b)を施してある。金型(1)には製品部(2)に沿って一定間隔で水冷パイプ(6)を通し、射出充填と共に水冷が行われる構造とした。なお図中(8)はガス抜き部、(9)は湯口部である。

【0026】ここで表1に示す組成のアルミニウム合金を通常の方法により溶解し、溶湯温度700℃で20分程度のArガスバブリングにより脱ガス処理を行った後、表2に示す鋳込圧力で加圧鋳造を行い、径350mm、肉厚4～60mmのホイールディスクを作製した。ここで鋳込直前の溶湯温度は溶湯を射出スリーブ内に注湯した後、製品部(2)に設置した熱電対(7)で測定した。

【0027】これらのディスク鋳物の断面を研磨し、引け巣、鋳造割れ等の内部欠陥を実体顕微鏡にて観察した。またこれらのディスクに熱処理(530℃で8時間の溶体化処理後、水冷し、150℃で8時間の人工時効処理)を施した後、最も肉厚の薄いリム部から引張試験片、シャルピー試験片を採取し、引張強さ、耐力、伸び値、および靱性の指標値となるシャルピー衝撃値を測定した。更にこれらのディスクを5454合金製のリムにMIG溶接(溶加材5356)で溶接し、溶接部の割れ、ブローホールの有無を判定した。これらの結果を表2にまとめて示す。

【0028】

【表1】

試料	合金No.	合金組成 (重量%)									備考
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	B	Al	
本発明合金	1	0.70	0.10	0.25	0.40	1.00	0.40	0.05	0.010	残	
	2	0.90	0.06	0.40	0.80	1.00	0.80	0.03	0.006	残	
	3	0.90	0.06	0.40	1.10	1.00	1.10	0.03	0.006	残	
比較合金	4	0.40	0.10	0.55	0.40	0.60	0.00	0.03	0.006	残	
	5	0.70	0.10	0.30	0.01	1.00	0.00	0.02	0.004	残	JIS6061合金相当
	6	0.90	0.06	0.40	0.25	1.00	0.25	0.03	0.006	残	
	7	0.70	0.10	0.30	0.40	1.00	2.00	0.00	0.000	残	
	8	0.70	0.10	0.25	1.50	1.00	0.40	0.05	0.010	残	
	9	0.90	0.06	0.40	0.80	1.00	0.80	0.03	—	残	
	10	7.50	0.06	0.00	0.00	0.35	0.00	0.10	—	残	JISAC4CH合金相当

【0029】

※ ※【表2】

種 別	No	合金 No	鋳造圧力 (kgf/cm ²)	内 部 品 質		熱処理後の機械的性能				溶 接 性	
				引け 巣 有無	鋳造 割れ 有無	引 張 強 さ (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸び値 (%)	シャルピー 衝 撃 値 (J/cm ²)	溶 接 割れの 有 無	ブロー ホール の有無
本発明例	1	1	750	無	無	340	295	14	28	無し	無し
	2	2	1200	無	無	365	320	13	30	無し	無し
	3	3	650	無	無	370	335	12	25	無し	無し
比 較 例	4	1	350	多	多	引張試験不可		—	—	溶接不可	
	5	4	750	無	無	280	255	10	15	無し	無し
	6	5		無	無	329	280	14	22	無し	無し
	7	6		無	無	330	282	14	21	無し	無し
	8	7		無	有り	引張試験不可		—	—	有り	無し
	9	8		無	無	305	278	6	9	無し	無し
	10	9		無	有り	引張試験不可		—	—	有り	無し
	11	10		無	無	310	250	14	10	無し	無し
従来例 (低 鋳 品)	12	10	0.5	無	無	300	180	13	13	無し	無し

【0030】表2から明らかなように本発明合金を所定の鋳造条件で鋳込んだホイールディスクは内部欠陥は観察されず、従来から実用化されているAC4CH合金の低圧鋳造品および高圧鋳造品に比べ、強度、靱性が大幅に優れ、かつ、溶接性も現行材同等であることが確認できた。一方、合金組成が本発明の範囲にない場合は、十分な強度、靱性が得られず、また溶接割れを生じやすい。また合金組成が本発明範囲内でも鋳造温度または鋳造圧力が低い場合は、製品内に引け巣、鋳造割れ等の内部欠陥を多発し、機械的性能が劣化する傾向があること*

*が判る。

【0031】(実施例2)表2に記載した本発明例No. 1、比較例No. 6、7、及び従来例No. 12で得られたホイールディスクについて、最も肉厚の薄いリム部と肉厚の厚いハブ部との引張強さ、耐力、伸び値、および靱性の指標値となるシャルピー衝撃値をそれぞれ測定した。その結果を表3に示す。

【0032】

【表3】

種 別	No	合金 No	鋳造圧力 (kgf/cm ²)	リム部の機械的性能 (表2より)				ハブ部の機械的性能			
				引 張 強 さ (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸び値 (%)	シャルピー 衝 撃 値 (J/cm ²)	引 張 強 さ (N/mm ²)	耐 力 (N/mm ²)	伸び値 (%)	シャルピー 衝 撃 値 (J/cm ²)
本発明例	1	1	750	340	295	14	28	335	290	13	25
比 較 例	6	5	750	329	280	14	22	305	250	6	12
	7	6		330	282	14	21	315	260	10	18
従来例 (低 鋳 品)	11	10	0.5	300	180	13	13	270	170	8	10

【0033】表3から明らかなように従来から実用化されているAC4CH合金の低圧鋳造品、および従来の6000系展伸合金の高圧鋳造品の場合、薄肉で冷却速

※度の早いリム部に比べ肉厚の厚いハブ部は強度、伸び、靱性が低下する傾向があるのに対して、本発明合金を所定の鋳造条件で鋳込んだホイールディスクは肉厚による

強度および靱性の差が少ないために、製品全体に渡って均一な品質が得られることが判る。

【0034】

【発明の効果】このように本発明による合金材料は従来のアルミニウム合金鋳物に比べ強度、靱性共に向上しうると共に、製品内部の材料の性能バラツキを著しく小さくし得るため、製品全体の信頼性が要求される車両用ホイール更に詳しくは2ピースホイールおよび3ピースホイール用ホイールディスクに好適に使用でき、薄肉化が図れると共に、素材の製造コストをさげることができる等工業的に顕著な効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

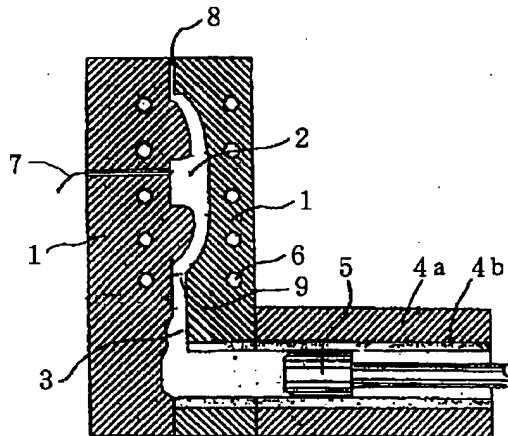
【図1】2ピースホイールを示す側断面図である。

【図2】実施例における加圧鑄造装置の主要部断面図を示す。

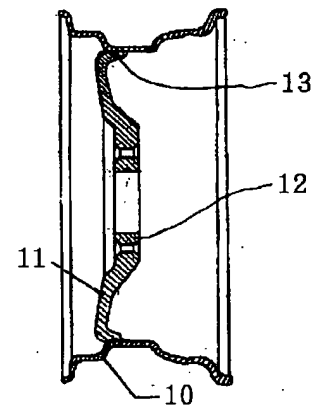
【符号の説明】

- 1 金型
- 2 製品部（ホイールディスク）
- 3 溶湯補給経路
- 4 a プランジャスリーブ
- 4 b セラミックランニング
- 5 プランジャチップ
- 6 冷却パイプ
- 7 溶湯温度測定用熱電対
- 8 ガス抜き部
- 9 湯口部
- 10 リム
- 11 ディスク
- 12 ハブ部
- 13 リム部

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

C 2 2 C 1/02

識別記号

5 0 3

庁内整理番号

F I

C 2 2 C 1/02

技術表示箇所

5 0 3 J